

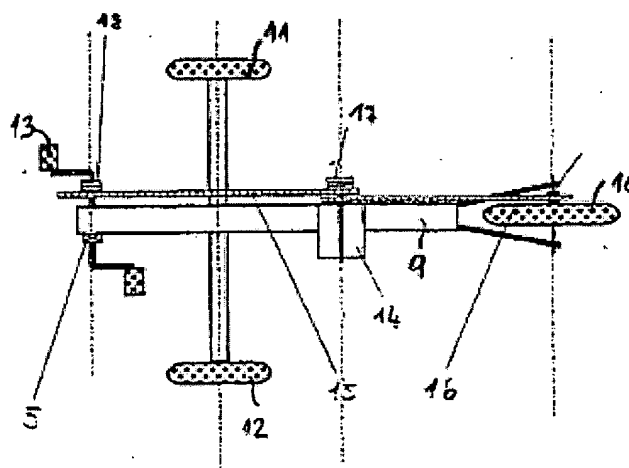
**Drive method for muscle-powered vehicle involves adding motor power only if selected drive power exceeds human muscle power, otherwise motor acts as generator, charges accumulator**

**Patent number:** DE19937445  
**Publication date:** 2001-03-15  
**Inventor:** BARBEY HANS-PETER (DE)  
**Applicant:** BARBEY HANS PETER (DE)  
**Classification:**  
- international: B62M23/02; B62M7/00; B62M1/02  
- european: B62K5/02; B62M23/02B2  
**Application number:** DE19991037445 19990807  
**Priority number(s):** DE19991037445 19990807

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19937445**

The method involves deploying the output of an electric motor (4) supplied by an accumulator (7) in addition to muscle power when demand is increased. A freely selectable amount of power can be delivered to the drive wheel or wheels and the motor power is only added if the selected drive power exceeds the human muscle power, pref. the continuous muscle power, otherwise the motor acts as a generator and charges the accumulator. An Independent claim is also included for a vehicle for implementing the method.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 37 445 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 62 M 23/02**  
B 62 M 7/00  
B 62 M 1/02

21 Aktenzeichen: 199 37 445.7  
22 Anmeldetag: 7. 8. 1999  
43 Offenlegungstag: 15. 3. 2001

DE 199 37 445 A 1

71 Anmelder:  
Barbey, Hans Peter, Prof. Dr.-Ing., 30625 Hannover,  
DE  
74 Vertreter:  
Brümmerstedt Oelfke Seewald & König  
Anwaltskanzlei, 30159 Hannover

72 Erfinder:  
Barbey, Hans-Peter, 30625 Hannover, DE

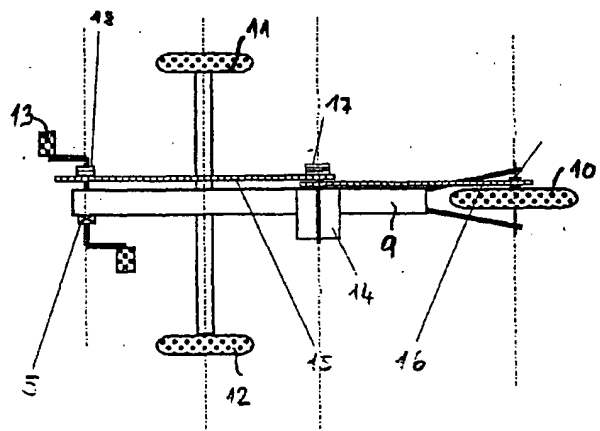
56 Entgegenhaltungen:  
DE 197 55 309 A1  
DE 197 32 430 A1  
DE 196 00 698 A1  
DE 196 00 243 A1  
DE 43 02 838 A1  
DE 40 27 365 A1  
DE 298 00 551 U1  
DE 297 21 371 U1  
DE 92 17 593 U1  
DE 69 012 22 0T2  
EP 09 28 737 A1  
EP 02 22 179 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Antriebsverfahren für ein durch Muskelkraft zu bewegendes Fahrzeug

57 Die Erfindung betrifft ein Antriebsverfahren für ein Fahrzeug, das von einem Fahrer durch Einwirkung von Muskelkraft in Bewegung gesetzt wird, wobei ein von einem Akku gespeister Elektromotor bei erhöhtem Bedarf an Antriebsleistung zusätzlich zur Muskelkraft im Antriebsweg wirksam gemacht wird. Gemäß der Erfindung wird eine frei wählbare Größe von am Antriebsrad (10) bzw. an den Antriebsrädern abzugebender Leistung vorgesehen, und die Motorleistung wird nur zugeschaltet, wenn die gewählte Antriebsleistung die menschliche, vorzugsweise als Dauerleistung aufgebrauchte Muskelleistung überschreitet, wobei der Elektromotor (4) bei die vorgegebene Leistung überschreitender Muskelleistung und im Schubbetrieb als Generator arbeitet und den Akku lädt, und wobei im Stillstand des Fahrzeugs (2) die Antriebsverbindung entkuppelt wird und der Elektromotor (4) nur mit dem mechanischen Antrieb verbunden bleibt und durch Betätigung der Tretkurbel (13) durch den Fahrer als Generator angetrieben wird. Die Erfindung ermöglicht nur durch aerob erzeugte menschliche Leistung und optimal durch zusätzliche elektrische Energie eine dem Verkehrsfluß angepaßte Beschleunigung und die Überwindung von zeitweise auftretenden Widerständen wie Wind und Steigungen.



DE 199 37 445 A 1

Die Erfindung betrifft ein Antriebsverfahren für ein Fahrzeug, das von einem Fahrer durch Einwirkung von Muskelkraft in Bewegung versetzt wird, wobei ein von einem Akku gespeister Elektromotor bei erhöhtem Bedarf an Antriebsleistung zusätzlich zur Muskelkraft im Antriebsweg wirksam gemacht wird.

Für alle bewegten Systeme gilt, daß sich nur ein stabiler Betriebszustand einstellt, wenn sich ein Gleichgewicht zwischen der Antriebsleistung des Motors und der geforderten Leistung der Antriebsmaschine einstellt. Der Arbeitspunkt wird durch die zu überwindenden Widerstände wie Luftwiderstand, Rollwiderstand, Steigungswiderstand oder Beschleunigungswiderstand bestimmt. Um all diese Widerstände bei den geforderten Randbedingungen, wie u. a. einer recht kurzen Beschleunigungszeit, zu überwinden, muß eine entsprechend hohe Antriebsleistung in Verbindung mit einem Getriebe zur Anpassung von Drehmoment und Drehzahl an den Fahrzustand installiert werden. Dies ist bei der entsprechenden Wahl eines Verbrennungsmotors oder Elektromotors gängige Technik.

Beim Betrieb von ein- oder mehrspurigen mit Muskelkraft betriebenen Fahrzeugen gilt grundsätzlich dieselbe Betrachtung. Allerdings unterliegt der Mensch als Lieferant der Antriebsleistung zwei entscheidenden Nachteilen. Seine Antriebsleistung ist begrenzt und beträgt bei untrainierten Menschen auf Dauer etwa 100 W. Weiterhin belegen sportmedizinische Versuche, daß ein Mensch wesentlich besser über eine lange Zeit eine relativ niedrige konstante Leistung als über eine kurze Zeit eine sehr hohe Leistung abgeben kann. Die konstante Leistung gilt für die aerobe Phase. Gibt ein Mensch über kurze Zeit eine höhere Leistung ab, wird anaerobe Muskelarbeit verrichtet. Dies bedeutet für den Körper einen Substanz- oder Energieverlust. Dies bedingt sehr lange Erholungsphasen, um den Ausgangszustand wieder zu erreichen.

Herkömmliche Konstruktionen von mit Muskelkraft betriebenen ein- oder mehrspurigen Fahrzeugen, insbesondere Fahrräder, berücksichtigen die oben erwähnten Gesichtspunkte nicht. Sie haben einen direkten Antrieb, vorzugsweise über eine Kette von der Tretkurbel zum angetriebenen Rad. Da Fahrzeuge dieser Art über keine Zwischenspeicherung von Energie verfügen, ist die erreichbare Beschleunigung und Geschwindigkeit begrenzt durch die maximal mögliche menschliche Leistung. Akzeptable Beschleunigungswerte können nur erreicht werden, wenn anaerobe Muskelkraft verrichtet wird. Dies führt jedoch, wie oben ausgeführt, zur schnellen Ermüdung.

Es sind zahlreiche Konstruktionen bekannt, bei denen auch elektrische Energie im Antriebsweg mitwirkt.

Aus DE-196 00 698-A1 ist ein mit Muskelkraft betriebbares Fahrzeug, insbesondere Fahrrad bekannt, bei dem die vom Fahrer betätigte Tretkurbel einen Generator antreibt, mit dessen elektrischer Leistung ein Elektromotor gespeist wird, der das Fahrzeug in Bewegung versetzt. Die Wirkverbindung für den Fahrzeugantrieb ist also rein elektrisch, und es bleibt wie beim normalen Fahrrad dem Fahrer überlassen, ob er mit aerober oder anaerober Muskelkraft den Antrieb des Fahrzeugs bewirkt. Dieser Antrieb hat den Nachteil der doppelten Energiewandlung der menschlichen Muskelarbeit. Damit verbunden sind erhebliche Wirkungsgradverluste. Der direkte mechanische Antrieb hat nur die bekannten Verluste eines Ketten- oder Riemenantriebes.

Aus DE-197 32 430-A1 ist ein Muskel-Elektro-Hybrid-Fahrzeug bekannt, das wie das zuvor beschriebene Fahrzeug über einen elektrischen Antrieb verfügt, und bei dem die hierfür notwendige elektrische Energie von einem tretkur-

belbetriebenen Generator geliefert wird. Um das hohe Fahrzeuggewicht und Schwankungen der Fahrlast zu kompensieren, ist zusätzlich eine mit dem Generator und dem Elektromotor verbundene Batterie vorgesehen, deren Ladung und Entladung durch einen Bordcomputer gesteuert wird.

Aus DE-196 00 243-A1 ist ein Fahrrad mit einem elektrischen Hilfsantrieb bekannt, bei dem in Abhängigkeit von dem jeweiligen Ladezustand der Batterie und der momentanen Geschwindigkeit eine Energiezumessung an den Antrieb erfolgt und eine durch die Muskelkraft des Fahrers betriebene Rückladung der Batterie über den nun als Generator arbeitenden Motor vorgenommen wird. Zweck ist die Erzielung einer möglichst großen Fahrstrecke mit der vorhandenen Energie der Batterie. Wesentlich wichtiger ist die Optimierung der eingesetzten menschlichen Leistung, die individuell begrenzt ist und nicht wie die zusätzliche elektrische Leistung durch Einsatz größerer Motoren oder Akkus verändert werden kann.

Aus DE 43 02 838 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem die Leistungsabgabe von elektrischen Hilfsantrieben in Fahrzeugen beschrieben ist. Um eine möglichst lange Fahrstrecke zu erzielen, werden über Sensoren die aktuellen Fahrdaten wie z. B. Straßenneigung oder Wind gemessen, die als Basisdaten für die Dosierung der Hilfsenergie mittels Rechner dienen. Auch bei diesem Verfahren wird die Hilfsenergie geregelt und nicht die Hauptenergie – die menschliche Leistung – optimal eingesetzt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Antriebsverfahren für ein Fahrzeug der eingangs genannten Art aufzuzeigen, das vorzugsweise nur durch aerob erzeugte menschliche Leistung und optional durch zusätzliche elektrische Energie eine dem Verkehrsfluß angepaßte Beschleunigung ermöglicht und zeitweise auftretende Widerstände wie Wind und Steigung überwindet.

Die gestellte Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß eine frei wählbare Größe von am Antriebsrad bzw. an den Antriebsrädern abzugebender Leistung vorgegeben wird, daß die Motorleistung nur zugeschaltet wird, wenn die gewählte Antriebsleistung die menschliche, vorzugsweise als Dauerleistung aufgebrauchte Muskeleistung überschreitet, daß der Elektromotor bei der vorgegebene Leistung überschreitender Muskelkraft und Schubbetrieb als Generator arbeitet und den Akku lädt, und daß im Stillstand des Fahrzeugs die Antriebsverbindung entkuppelt wird und der Elektromotor nur mit dem mechanischen Antrieb verbunden bleibt und durch Betätigung des Antriebsmechanismus, vorzugsweise einer Tretkurbel, durch den Fahrer als Generator angetrieben wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird also eine abzugebende Leistung vorgegeben bzw. eingestellt, die sich aus der Muskeleistung und der Motorleistung zusammensetzt. Versuche haben ergeben, daß die aufzubringende Leistung bei einer Stadtfahrt mit Ampelstops im Durchschnitt 100 W beträgt, wobei Spitzen bis zu etwa 500 W bei einer Beschleunigung nach einem Stillstand enthalten sein können. Die Erfindung sieht nun vor, daß der Fahrer z. B. eine konstante Muskeleistung von z. B. 100 W aufbringt, und daß bei einer notwendigen Beschleunigung der Motor zugeschaltet wird, indem die Größe der vorgegebenen Leistung höher gewählt wird. Die hierfür notwendige Energie wird einem Akku entnommen, der in Stillstandszeiten mit der dann weiterhin aufgebrauchten Muskelkraft nachgeladen wird. Der Fahrer braucht also nie mehr Leistung aufzubringen, als er mit aerober Muskelarbeit aufbringen kann, so daß der menschliche Körper nie überbeansprucht wird und trotzdem eine bessere Anpassung an den Verkehrsfluß erzielt wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Ge-

schwindigkeitsregelschaltung vorgesehen, die die Solleistungsvorgabe so verändert, daß eine gewählte konstante Geschwindigkeit aufrechterhalten wird. Dies ist z. B. von Vorteil beim Durchfahren eines Geländes, das Steigungen aufweist.

Es ist von Vorteil, wenn die beim Fahren erzeugte Muskelleistung und die Geschwindigkeit gemessen und angezeigt werden. Hierdurch kann der Fahrer stets kontrollieren, ob er eine für ihn angemessene Leistung überschreitet oder nicht.

Ferner ist es zweckmäßig, beim Fahren die Herzfrequenz oder eine andere physiologische Größe des Fahrers zu messen und anzuzeigen, damit der Fahrer sein Leistungsvermögen nicht überschreitet.

Die Erfindung betrifft auch ein Fahrzeug zur Durchführung des oben erläuterten Verfahrens, das dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Vorrichtung zur Einstellung einer wählbaren Solleistung vorgesehen ist, daß im Rahmen zwischen der Tretkurbel und dem angetriebenen Rad eine Zwischenwelle gelagert ist, daß zwischen Tretkurbel und Zwischenwelle eine erste Ketten- oder Zahnriemenverbindung vorgesehen ist, daß zwischen der Zwischenwelle und dem angetriebenen Rad eine zweite Ketten- oder Zahnriemenverbindung vorgesehen ist, daß in der Zwischenwelle eine Schaltkupplung vorgesehen ist, durch die mit der Zwischenwelle ein von einer Batterie gespeister Elektromotor/Generator kuppelbar ist, und daß im Trekkurbellager ein Freilauf vorgesehen ist, der im Schubetrieb bei angekuppeltem Elektromotor wirksam ist.

Vorzugsweise weist das Fahrzeug ein mit dem Antriebsstrang verbundenes Hinterrad und zwei nicht angetriebene Vorderräder auf. Eine solche zweispurige Ausbildung des Fahrzeugs ist zweckmäßig, damit das Fahrzeug im Stillstand standfest ist und die Trekkurbel zum Antrieb des Generators problemlos weiter betätigt werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung stellen dar:

**Fig. 1** ein Blockschaltbild eines Antriebsschemas für das erfindungsgemäße Verfahren;

**Fig. 2** das Blockschaltbild von **Fig. 1** mit einer zusätzlichen Regelvorrichtung zur Konstanthaltung einer Geschwindigkeit;

**Fig. 3** eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Bei dem Blockschaltbild in **Fig. 1** ist eine Vorrichtung **1** zur Einstellung einer an ein Fahrzeug **2** abzugebenden Solleistung vorgesehen, die sich aus der durch Muskelkraft abgegebenen menschlichen Leistung und einer von einem Motor **4** abgegebenen Leistung zusammensetzt. Beispielsweise kann diese Leistung auf 100 W entsprechend der durchschnittlichen mit aerober Muskelkraft aufbringbaren Leistung eingestellt werden. An einer Anzeigevorrichtung **5** kann der Fahrer seine augenblicklich aufgebrachte Leistung ablesen. Bei einer Störung **6** der zunächst kontinuierlichen Bewegung des Fahrzeugs durch Gegenwind, eine Steigung, oder beim Anfahren nach einem Stop ist die Wahl einer erhöhten Solleistung von z. B. bis zu 500 W oder mehr durch die Einstellvorrichtung **1** erforderlich. Diese zusätzliche Solleistung zu der vom Fahrer erzeugten Leistung von 100 W oder einer anderen individuellen Leistung liefert nun der von einem Akku **6** gespeiste Motor **4**, die dann wieder auf z. B. 100 W zurückgenommen wird, wenn sich ein stationärer Zustand einstellt, bei dem keine zusätzliche Motorleistung mehr erforderlich ist.

Im Schubetrieb, oder wenn z. B. der Fahrer willens und in der Lage ist, mehr als die vorgegebenen 100 W an Leistung zu erbringen, treibt das Fahrzeug oder die menschliche

Überschußleistung den Motor **4** als Generator an, dessen Leistungsabgabe den Akku **7** auflädt. Desgleichen wird im Stillstand des Fahrzeugs **2** der Motor **4** vom Fahrzeug durch einen Freilauf **18** (**Fig. 3**) abgekoppelt und die menschliche Leistung **3** treibt den Motor **4** als Generator an, wobei ebenfalls der Akku **7** aufgeladen wird.

**Fig. 2** zeigt das gleiche Blockschaltbild wie in **Fig. 1**, jedoch wird dort die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **2** gemessen und vorgegeben und durch einen Temporegler **8** durch entsprechende Änderung der Solleistungsvorgabe konstant gehalten.

**Fig. 3** zeigt schematisch ein Fahrzeug in Form eines zweispurigen Fahrrades mit einem Rahmen **9**, in dem ein angetriebenes Hinterrad **10** und zwei nicht angetriebene Vorderräder **11** und **12** gelagert sind. Im Rahmen **9** ist zwischen der Trekkurbel **13** und einer im Rahmen **9** gelagerten Zwischenwelle **14** eine erste Ketten- oder Zahnriemenverbindung **15** vorgesehen, und zwischen der Zwischenwelle **14** und dem angetriebenen Rad **10** ist eine zweite Ketten- oder Zahnriemenverbindung **16** vorgesehen. In der Zwischenwelle **14** ist eine Schaltkupplung **17** angeordnet, durch die mit der Zwischenwelle **14** der von dem Akku **7** gespeiste Elektromotor/Generator **4** kuppelbar ist, und im Trekkurbellager ist ein Freilauf **18** vorgesehen, der den Antrieb im Schubetrieb abkoppelt, so daß das Fahrzeug den Motor **4** als Generator antreibt und der Akku **7** geladen wird.

Ein derartig ausgerüstetes Fahrzeug bietet dem Fahrer vielfältige Vorteile. Es werden Stillstandszeiten, wie Stops an Ampeln zur Energieerzeugung ausgenutzt, ohne daß der menschliche Körper überansprucht wird. Die Stillstandszeiten können 10% und mehr an der gesamten Fahrzeit ausmachen. Beschleunigungsphasen können stark verkürzt werden, so daß das Fahrzeug keine Behinderung im Verkehrsfluß darstellt.

Die Anzeige einer physiologischen Körperfunktion erlaubt es, die Leistung individuell optimal und nahezu konstant zu erzeugen. Damit dient das Fahrzeug nicht nur als reines Fortbewegungsmittel, sondern kann auch im medizinischen Bereich zu Rehabilitationsmaßnahmen eingesetzt werden. Die Kontrollanzeige einer Körperfunktion dient zur Überwachung des aktuellen Trainingszustandes. Ein Fortbewegungsmittel dieser Art kann dann einerseits Zuhause bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ein Ergometer ersetzen und andererseits zum Transport dienen. Bei begleitender medizinischer Überwachung kann die menschliche Leistung ständig erhöht werden.

Das Fahrzeug kann in verschiedenen Varianten betrieben werden:

1. konventioneller mechanischer Antrieb, wie er z. Zt. bei fast allen Fahrrädern realisiert ist. Die erforderliche Fahrleistung muß zu jedem Zeitpunkt vom Menschen aufgebracht werden.
2. Zusätzlich wird der Elektromotor in den Antriebsstrang integriert. Damit sind bei einer zusätzlichen Steuerung, die die Differenz zwischen menschlicher Leistung und geforderter Leistung steuert, folgende Fahrzustände beim Anfahren oder bei der konstanten Fahrt denkbar:
  - a) Fahren mit einem rein mechanischen Antrieb
  - b) Fahren mit einem mechanischen Antrieb und einer Unterstützung durch den elektrischen Zusatzantrieb
  - c) Fahren nur mit dem elektrischen Zusatzantrieb.

Bei entsprechender Ausrüstung kann der Fahrer entscheiden, ob er das Fahrzeug nur durch rein menschliche Lei-

stung betrieben will, dadurch daß er in den Fahrpausen Energie erzeugt, die für Anfahren oder Steigungen verbraucht wird. Bei Aufrüstung mit einem größeren Akkusatz kann dieser vor Antritt der Fahrt aufgeladen werden, und es kann mehr Leistung zugespeist werden, so daß eine höhere 5 Geschwindigkeit erzielt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Antriebsverfahren für ein Fahrzeug, das von einem 10 Fahrer durch Einwirkung von Muskelkraft in Bewegung versetzt wird, wobei ein von einem Akku gespeister Elektromotor bei erhöhtem Bedarf an Antriebsleistung zusätzlich zur Muskelkraft im Antriebsweg wirksam gemacht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine 15 frei wählbare Größe von am Antriebsrad (10) bzw. an den Antriebsrädern abzugebender Leistung vorgegeben wird, daß die Motorleistung nur zugeschaltet wird, wenn die gewählte Antriebsleistung die menschliche, vorzugsweise als Dauerleistung aufgebrachte Muskel- 20 leistung überschreitet, daß der Elektromotor (4) bei die vorgegebene Leistung überschreitender Muskelleistung und im Schubbetrieb als Generator arbeitet und den Akku (7) lädt, und daß im Stillstand des Fahrzeugs (2) die Antriebsverbindung entkuppelt wird und der 25 Elektromotor (4) nur mit dem mechanischen Antrieb verbunden bleibt und durch Betätigung des Antriebsmechanismus, vorzugsweise einer Tretkurbel (13), durch den Fahrer als Generator angetrieben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Geschwindigkeitsregelschaltung (8) vor- 30 gesehen ist, die die Sollleistungsvorgabe so verändert, daß eine gewählte konstante Geschwindigkeit aufrechterhalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Fahren erzeugte Muskelleistung und die Gefahr einer Geschwindigkeit gemessen und 35 angezeigt werden.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Fahren die Herzfrequenz oder eine andere physiologische Größe des Fahrers gemessen und angezeigt wird. 40
5. Fahrzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung (1) zur Einstellung einer wählbaren 45 Sollleistung vorgesehen ist, daß im Rahmen (9) zwischen der Tretkurbel (13) und dem angetriebenen Rad (10) eine Zwischenwelle (14) gelagert ist, daß zwischen Tretkurbel (13) und Zwischenwelle (14) eine erste Ketten- oder Zahnriemenverbindung (15) vorgesehen 50 ist, daß zwischen der Zwischenwelle (14) und dem angetriebenen Rad (10) eine zweite Ketten- oder Zahnriemenverbindung (16) vorgesehen ist, daß in der Zwischenwelle (14) eine Schaltkupplung (17) vorgesehen ist, durch die mit der Zwischenwelle (14) ein von einem Akku (7) gespeister Elektromotor/Generator (4) kuppelbar ist, und daß im Tretkurbellager ein Freilauf 55 (18) vorgesehen ist, der im Schubbetrieb bei angekuppeltem Elektromotor (4) wirksam ist.
6. Fahrzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß dieses ein mit dem Antriebsstrang verbundenes Hinterrad (10) und zwei nicht angetriebene Vorder- 60 räder (11, 12) aufweist.
7. Fahrzeug nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Tretkurbel (13) oder einer anderen 65 Stelle des Antriebsstranges eine Meß- und Anzeigevorrichtung (5) für die abgegebene Muskelleistung zuge-

ordnet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

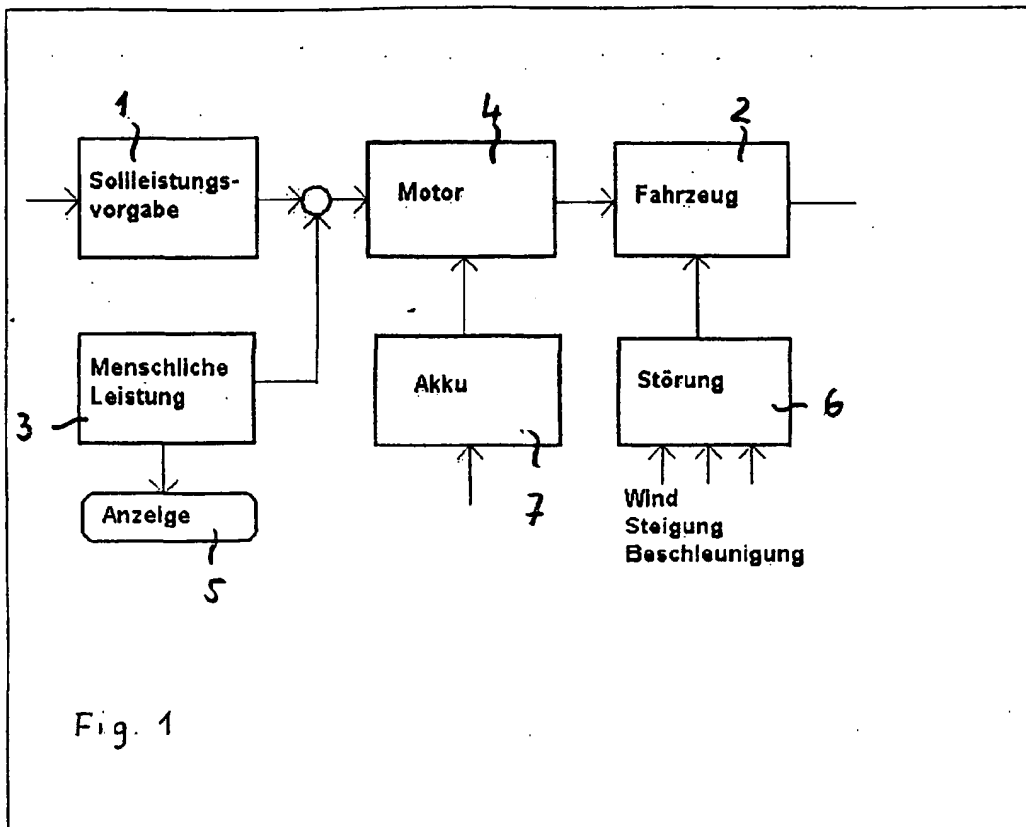


Fig. 1

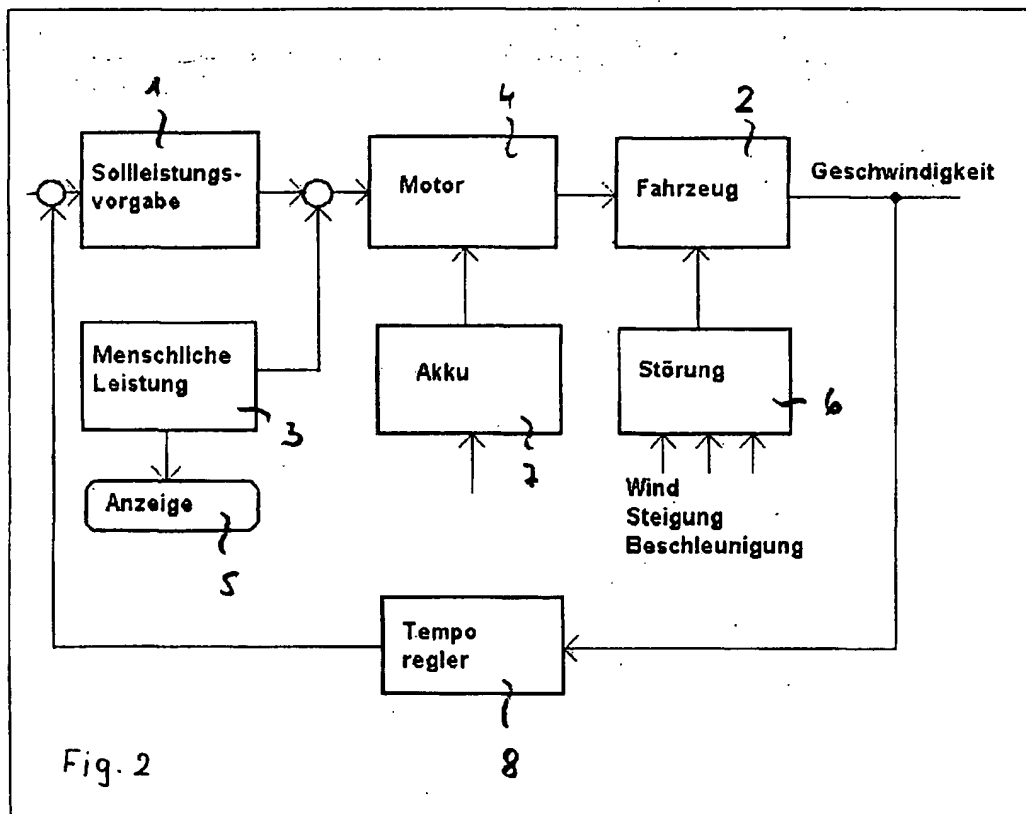


Fig. 2

